

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-064884

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

C23F 4/00

G02F 1/1333

(21)Application number : 08-213805

(71)Applicant : FUJITSU LTD  
FUJITSU VLSI LTD

(22)Date of filing : 13.08.1996

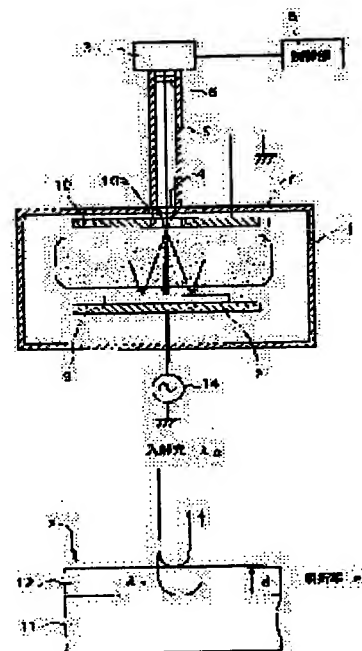
(72)Inventor : YOGO TOSHIYA  
OKUDA ATSUSHI

## (54) ETCHING DEVICE AND ETCHING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To avoid the damage of a base caused by overetching by detecting the strength of the interference light between the light reflected at the surface of a treatment film out of the lights generated by plasma and the light reflected at the interface between the treatment film and the base, and detecting the etching rate, based on the ripple cycle of the detected strength.

**SOLUTION:** A part of the light generated by plasma 7 is reflected at the surface of an SiO<sub>2</sub> film 12, and a part of the other permeates an SiO<sub>2</sub> film 12, and is reflected at the interface between the SiO<sub>2</sub> film 12 and the base 11. Then, the light reflected at the surface of the SiO<sub>2</sub> film 12 and the light reflected at the interface between the SiO<sub>2</sub> film 12 and the base are made to interfere with each other, and this interference light is passed through a tube 5, and only the light of wavelength of about 483nm is passed through a filter 6, and it is detected with a light detector 3. The cyclic ripple of this detected light is outputted to a controller 8, and this controller 8 detects the etching rate, based on the ripple cycle. Hereby, the damage of the base by overetching can be avoided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-64884

(43)公開日 平成10年(1998)3月6日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	E
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	F
G 0 2 F 1/1333	5 0 5		G 0 2 F 1/1333	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

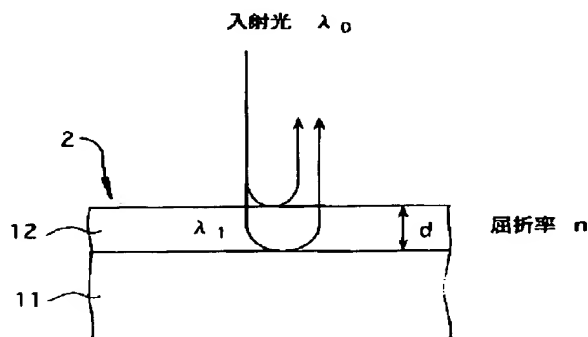
(21)出願番号	特願平8-213805	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22)出願日	平成8年(1996)8月13日	(71)出願人	000237617 富士通ヴィエルエスアイ株式会社 愛知県春日井市高蔵寺町2丁目1844番2
		(72)発明者	余吾 鋭哉 愛知県春日井市高蔵寺町二丁目1844番2 富士通ヴィエルエスアイ株式会社内
		(72)発明者	奥田 敦 愛知県春日井市高蔵寺町二丁目1844番2 富士通ヴィエルエスアイ株式会社内
		(74)代理人	弁理士 岡本 啓三

(54)【発明の名称】 エッチング装置及びエッチング方法

## (57)【要約】

【課題】 装置の構造が簡単であるとともに、エッチングレート又はエッチング終点を高精度で検出することができるエッチング装置及びエッチング方法を提供する。

【解決手段】 エッチング装置のチャンバ内のプラズマにより発生した光のうち、 $\text{SiO}_2$  膜(処理膜)12の表面で反射された光と、 $\text{SiO}_2$  膜12と下地11との界面で反射された光との干渉光の強度を検出し、前記干渉光の強度の周期的変動に基づいてエッチングレート又はエッチング終点を検出する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** プラズマエッチングにより下地の上の処理膜をエッチングする際にエッチングレート又はエッチング終点を検出するエッチング装置において、プラズマにより発生した光のうち前記処理膜の表面で反射された光と、前記処理膜と前記下地との界面で反射された光との干渉光の強度を検出する光検出部と、前記光検出部の出力の周期的変動を検出してその変動周期に基づいてエッチングレート又はエッチング終点を検出する制御部と、を有することを特徴とするエッチング装置。

**【請求項2】** 前記光検出部は、エッチングチャンバ上に立設されていて前記処理膜の表面で反射された光及び前記処理膜と前記下地との界面で反射された光が通る筒部と、前記筒部の上部に取付けられた光検出器と、前記光検出器よりも前記チャンバ側に配設され、前記筒部を通る光のうち特定の波長の光を選択的に透過するフィルタとにより構成されていることを特徴とする請求項1に記載のエッチング装置。

**【請求項3】** 前記制御部は、前記光検出部の周期的変動からエッチングレートを検出し、前記処理膜の初期膜厚と前記エッチングレートとからエッチング終点を検出するものであることを特徴とする請求項1又は2に記載のエッチング装置。

**【請求項4】** 前記制御部は、前記光検出部の出力の周期的変動の回数が所定の回数に到達したことによりエッチング終点を検出するものであることを特徴とする請求項1又は2に記載のエッチング装置。

**【請求項5】** プラズマエッチングにより下地の上の処理膜をエッチングする際にエッチングレート又はエッチング終点を検出するエッチング方法であって、プラズマにより発生した光のうち前記処理膜の表面で反射された光と、前記下地と前記処理膜との界面で反射された光との干渉光の強度を検出し、前記干渉光の強度の変動の周期に基づいてエッチングレート又はエッチング終点を検出することを特徴とするエッチング方法。

**【請求項6】** プラズマエッチングにより下地の上の処理膜をエッチングする際にエッチング終点を検出するエッチング方法であって、プラズマにより発生した光のうち前記処理膜の表面で反射された光と、前記下地と前記処理膜との界面で反射された光との干渉光の強度を検出し、前記干渉光の強度の変動の周期に基づいてエッチングレートを求め、前記処理膜の初期膜厚と前記エッチングレートとから残りのエッチング時間を求めることを特徴とするエッチング方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、半導体装置及びL

CD（液晶表示装置）等の製造に使用されるプラズマエッチング工程において、エッチングレート又はエッチング終点を検出するエッチング装置及びエッチング方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** プラズマエッチング装置は、半導体装置及び液晶表示装置（LCD）等の製造に使用されている。通常、プラズマエッチング装置を使用した工程では、アンダーエッチング及びオーバーエッチングを防止するために、プラズマ発光分析型のエッチング終点検出装置を使用してエッチング終点を検出している。

**【0003】** プラズマ発光分析型のエッチング終点検出装置においては、エッチング装置のチャンバの一部に透明ガラスからなる検出窓を設け、この検出窓からチャンバの外部に放出されるプラズマ発光のうち特定の波長の光を光検出器で検出し、下地が露出することにより前記特定の波長の光の強度が急激に変化することを利用してエッチング終点を検出している。

**【0004】** 図5は、横軸にエッチング処理時間をとって、縦軸に光検出器から出力される信号電圧値をとって、シリコン基板上の $\text{SiO}_2$ 膜のエッチング時における光検出器の出力の経時的変化を示す図である。例えば、この図5に示すように、 $\text{SiO}_2$ 膜をエッチングしている途中は光検出器から出力される信号電圧値は一定であるが、 $\text{SiO}_2$ 膜のエッチングが終了すると出力電圧が低下する。従って、信号電圧値が低下してしきい値 $V_{th}$ を横切った時点をエッチング終点として検出することができる。この場合に、エッチングレートが変化しても、図6、7に示すように、特定波長の光の強度が変化するまでの時間が変わるだけであるので、この特定波長の光の強度の変化により、エッチング終点を検出することができる。

**【0005】** また、特開平4-297028号には、エッチング装置のチャンバの外側にレーザ等の光源を設け、この光源からチャンバ内に平行ビームを入射して、半導体ウェハ上のレジストの表面で反射された光と、エッチング中の $\text{SiO}_2$ 膜で反射された光との干渉光を検出してエッチングレートを検出するエッチング速度モニタが開示されている。

**【0006】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら、従来のプラズマ発光分析型の終点検出装置においては、以下に示す欠点がある。すなわち、エッチング装置のチャンバ内のガスの圧力の変動及びプラズマに印加される高周波電力の変動等により、エッチングレートが変動したり、プラズマの発光強度が変動する。このため、処理膜をエッチングしている途中であっても光検出器から出力される信号電圧値が変動することがある。例えば、図8に示すように、ガスの圧力や高周波電力の変動等に起因して信号電圧値が変化すると、図中矢印Aで示す時点で下地

が露出したものと誤検出してしまうことがある。特に、エッチングにより発生したパーティクルが検出窓に付着したり、検出窓がエッチングされたりすることにより信号電圧値が低くなっている場合は、誤検出がより一層発生しやすくなる。このため、従来のプラズマ発光分析型のエッチング終点検出装置では、検出結果の信頼性が満足できるものではない。

【0007】また、従来のプラズマ発光分析型の終点検出装置では、エッチングにより下地が露出しないと光検出器の出力が変化しないため、下地がエッチングされたり、ダメージを受けるおそれがある。更に、従来のプラズマ発光分析型の終点検出装置では、下地が露出することによる特定波長の光の強度の低下を検出するだけであるので、エッチング中にエッチングレートを検出することができない。

【0008】一方、特開平4-297028号に開示されたエッチング速度モニタでは、チャンバの外側にレーザ等のように平行ビームを出力する光源が必要であるとともに、この光源から出力されたビームを遮らないようにして受光部を設ける必要があり、装置の構造が複雑である。また、光源の光軸及び受光部の光軸の調整が必要である。更に、例えばウェハの中央部と周縁部とのようにウェハ上の異なる部分のエッチングレートを検出しようとしても、装置の構造上極めて困難である。

【0009】本発明の目的は、装置の構造が簡単であるとともに、エッチングレート又はエッチング終点を高精度で検出することができるエッチング装置及びエッチング方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、プラズマエッチングにより下地の上の処理膜をエッチングする際にエッチングレート又はエッチング終点を検出するエッチング装置において、プラズマにより発生した光のうち前記処理膜の表面で反射された光と、前記処理膜と前記下地との界面で反射された光との干渉光の強度を検出する光検出部と、前記光検出部の出力の周期的変動を検出してその変動周期に基づいてエッチングレート又はエッチング終点を検出する制御部とを有することを特徴とするエッチング装置により解決する。

【0011】また、上記した課題は、プラズマエッチングにより下地の上の処理膜をエッチングする際にエッチングレート又はエッチング終点を検出するエッチング方法であって、プラズマにより発生した光のうち前記処理膜の表面で反射された光と、前記下地と前記処理膜との界面で反射された光との干渉光の強度を検出し、前記干渉光の強度の変動の周期に基づいてエッチングレート又はエッチング終点を検出することを特徴とするエッチング方法により解決する。

【0012】更に、上記した課題は、プラズマエッチングにより下地の上の処理膜をエッチングする際にエッチ

ング終点を検出するエッチング方法であって、プラズマにより発生した光のうち前記処理膜の表面で反射された光と、前記下地と前記処理膜との界面で反射された光との干渉光の強度を検出し、前記干渉光の強度の変動の周期に基づいてエッチングレートを求め、前記処理膜の初期膜厚と前記エッチングレートとから残りのエッチング時間を求めることを特徴とするエッチング方法により解決する。

【0013】以下、本発明の作用について説明する。本発明においては、プラズマにより発生した光のうち、処理膜の表面で反射された光と、処理膜と下地との界面で反射された光との干渉光を光検出部で検出する。この干渉光の強度は処理膜の膜厚に関係し、エッチングにより処理膜の膜厚が減少するのに伴って干渉光の強度は周期的に変動する。従って、干渉光の強度の周期を測定することにより、エッチングレートを知ることができる。また、本発明においては、上述の如くエッチングレートを知ることができるので、処理膜の膜厚が予め分かっているならば、エッチング終点までの時間を知ることができる。これにより、オーバーエッチングにより下地にダメージを与えることを回避できる。また、エッチングが終了する前にガスの圧力の変動、高周波電力の変動及びその他のノイズ等の影響により光検出部の出力が一時的に変動しても、膜厚の減少による変動と区別することができ、エッチング終点の誤検出を確実に回避することができる。

【0014】更に、本発明においては、プラズマによる発光を利用するので、プラズマエッチング装置のチャンバ外側に光源を設ける必要がなく、装置の構造が比較的簡単である。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。図1は本発明の実施例のプラズマエッチング装置を示す模式図である。プラズマエッチング装置のチャンバ1内には、電極9、10が上下方向に対向して配置されている。電極9には高周波電源14から高周波電力が供給されるようになっており、この電極9上にウェハ又はLCD基板等の処理基板2を搭載する。一方、電極10は円板状の部材であり、中心部には孔10aが設けられている。この電極10は接地に接続される。

【0016】なお、チャンバ1は、チャンバ1内に所定のガスを供給するガス供給装置（図示せず）と、チャンバ内を排気する排気ポンプ（図示せず）とに接続されている。また、チャンバ1の上壁部の中央には透明ガラスからなる検出窓4が設けられている。チャンバ1の上部には、エッチングレート又はエッチング終点検出部が取り付けられている。このエッチングレート又はエッチング終点検出部は、チャンバ1の検出窓4に整合する位置に立設された筒部5と、筒部5の上部に取り付けられた

光検出器3と、この光検出器3の出力に基づいてエッチングレートを検出したり、エッチング終点を検出する制御部8とにより構成されている。筒部5は、直径に比して長さが十分大きく設定されている。例えば、筒部5の長さは内径の10倍程度に設定されている。また、この筒部5の内壁面には、光の反射を低減するために、黒色の塗料が塗布されている。更に、筒部5の内側上部には、波長が483nmの光を選択的に透過する光学フィルタ6が設けられている。

【0017】なお、光検出器3は、検出すべき光の波長及び強度に応じて、フォトダイオード又は光電子増倍管等が使用される。このように構成されたエッチングレート又はエッチング終点検出部を備えたプラズマエッチング装置において、チャンバ1内に処理基板2を搭載し、排気ポンプによりチャンバ1内を排気した後、ガス供給部からチャンバ内に $C_2F_6$ 等のガスを供給して、チャンバ内の圧力を約1Torrに維持する。そして、電極9に高周波電源14から高周波電力を供給する。これにより、電極9、10間にプラズマ7が発生し、処理基板2上の $SiO_2$ 膜がエッチングされる。このとき、プラズマ7により、波長が約350～1100nmの光が発生する。

【0018】図2は、処理基板2を示す模式図である。プラズマ7により発生した光の一部は $SiO_2$ 膜12の表面で反射され、他の一部は $SiO_2$ 膜12を透過して $SiO_2$ 膜12と下地11との界面で反射される。そして、 $SiO_2$ 膜12の表面で反射された光と、 $SiO_2$ 膜12と下地11との界面で反射された光とが干渉し、この干渉光が筒部5を通り、波長が約483nmの光のみがフィルタ6を通過して光検出器3により検出される。この場合に、筒部5の内径と長さとの比が十分大きく設定されているので、図1に示すように、処理基板2の中央部において処理基板2の表面に対し垂直に反射された光のみが光検出器3に到達し、筒部5に対し斜めに入射した光は筒部5の内側で吸収される。

【0019】処理基板2上の $SiO_2$ 膜12がエッチングされて膜厚が減少するのに伴って、干渉光の強度が周期的に変化する。この干渉光の強度の周期は光の波長とエッチングレートとに関係する。すなわち、図2において、入射光の波長を $\lambda_0$ 、 $SiO_2$ 膜12の屈折率を $n$ 、 $SiO_2$ 膜12の厚さを $d$ 、 $SiO_2$ 膜12中の光の波長を $\lambda_1$  ( $=\lambda_0/n$ ) とすると、 $SiO_2$ 膜12の表面で反射された光と、 $SiO_2$ 膜12と下地11との界面で反射された光とが干渉して光の強度が最も強くなる条件は、下記式(1)に示すように表される。

$$\begin{aligned} R_E &= (\lambda_0 / 2n) \times (60/T) \\ &= \{483 / (2 \times 1.45)\} / (60/20) \\ &= 499.6 \quad \dots (5) \end{aligned}$$

この場合、発光強度のピークの回数は5回であり、発光強度の周期は20秒なので、制御部によりピークの回数

$$2d = m\lambda_1 \quad \dots (1)$$

但し、 $m$ は任意の整数である。

【0020】この式(1)に $\lambda_1 = \lambda_0 / n$ を代入して干渉光の強度が最も強くなるときの $SiO_2$ 膜12の厚さ $d$ を求めると、下記式(2)に示すようになる。

$$d = m\lambda_0 / 2n \quad \dots (2)$$

逆に、 $SiO_2$ 膜12の表面で反射された光と、 $SiO_2$ 膜12と下地11との界面で反射された光との干渉光の強度が最も弱くなる条件は、下記式(3)で表される。

$$2d = m\lambda_1 + (\lambda_1 / 2) \quad \dots (3)$$

この式(3)に $\lambda_1 = \lambda_0 / n$ を代入して干渉光の強度が最も弱くなるときの $SiO_2$ 膜の厚さ $d$ を求めると、下記式(4)に示すようになる。

$$d = (m\lambda_0 / 2n) + \lambda_0 / 4n \quad \dots (4)$$

図3は横軸にエッチング処理時間を取り、縦軸に信号電圧値をとって、検出器3から出力される信号の時間に対する変化を示す図である。この図3に示すように、検出器3から出力される信号電圧値は処理膜の膜厚の減少に伴って周期的に変動し、下地が露出すると信号電圧値は一定になる。この信号電圧値の周期 $T$ と光の波長及び処理膜の屈折率とからエッチングレートを知ることができる。また、処理膜の初めの膜厚が一定であるとして、エッチングが終了するまでに発生する信号のピークの数 $N$ はエッチングレートに関係なく一定となるので、所定のピークの数 $N$ を検出する前にガスの圧力の変動、高周波電力の変動及びその他のノイズ等により検出器の出力が一時的に変化しても、膜厚減少による出力の変動と区別することができる。これにより、エッチング終点の誤検出を確実に防止することができる。

【0021】また、例えば、処理条件が同一であってもチャンバ内にパーティクルが多量に付着した場合はエッチングレートが低下するので、エッチングレートの低下をエッチング装置の維持管理の目安とすることもできる。図4は、シリコン基板上の $SiO_2$ 膜を実際にエッチングして、 $SiO_2$ 膜の表面で反射した光と、下地と $SiO_2$ 膜との界面で反射した光との干渉光の強度を検出器3により経時的に測定した結果を示す波形図である。但し、測定に使用したフィルタは、波長 $\lambda_0$ が483nmの光を選択的に透過させるものである。この場合、干渉光の強度の周期 $T$ は20秒であった。このときのエッチングレートは、下記式(5)で示すように、約499.6nm/minになる。但し、 $\lambda_0$ は光の波長、 $n$ は $SiO_2$ 膜の屈折率である。

【0022】

と周期とを監視し、ピーク回数が5回よりも前にエッチング終点を検出しても、ノイズ等の影響であってエッチ

ング終点でないと判断して、エッチングを継続すればよい。そして、ピークの回数が5回を経過した後、信号電圧値が一定の値となったときにエッチング終点とする。又は、信号電圧値のピークを5回経過した後、更に一定時間経過した時点のエッチング終点としてもよい。更に、エッチングレートと $\text{SiO}_2$  とから下地が露出するまでの時間を演算し、その時間が経過した時点のエッチング終点としてもよい。

【0023】また、本実施の形態では、エッチングレートが検出できるため、処理膜の膜厚が分かればエッチングに要する時間がわかるので、下地が露出する直前でエッチングを停止させたり、処理膜を常に一定の厚さで残すことも可能である。更に、処理膜の屈折率が不明の場合でも、処理膜の厚さが分かれば以下のようにしてエッチング終点を検出することができる。すなわち、まず、エッチングすべき処理膜と同じ材料により処理膜が形成されたサンプル基板を用意する。そして、サンプル基板の処理膜の厚さを測定した後、このサンプル基板の処理膜をエッチング処理して、そのときの光検出器の出力を調べる。そして、処理膜の厚さと光検出器の出力の周期との関係を求めておく。これにより、実際の処理膜の厚さが分かれば、下地が露出するまでに光検出器の出力の周期的変動の回数が分かるので、エッチング終点を検出することができる。

【0024】なお、上述の実施の形態においては、シリコン基板上の $\text{SiO}_2$  膜のエッチングに本発明を適用した場合について説明したが、これにより本発明がシリコン基板上の $\text{SiO}_2$  膜のエッチングにおけるエッチングレート又はエッチング終点の検出に限定されるものではなく、シリコン基板又はガラス基板等の上のPSG (Phospho-Silicate Glass) 膜及びBPSG (Boron-doped Silicate Glass) 膜のエッチング等にも適用できる。

【0025】また、上述の実施の形態においては、シリコン基板の中央部の上方にのみエッチングレート又はエッチング終点検出部が設けられている場合について説明したが、例えば、シリコン基板の周縁部の上方にもエッチングレート又はエッチング終点検出部を設け、これらのエッチングレート又はエッチング終点検出部により、基板中央部と周辺部とのエッチングレートの差を検出することもできる。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明方法によれば、プラズマにより発生した光のうち処理膜の表面で反射した光と、処理膜と下地との界面で反射した光との干渉光の強度の周期的変動を検出し、その干渉光の強度の

周期に基づいてエッチングレート又はエッチング終点を検出するので、エッチング終点を高精度で検出することができる。従って、エッチング終点検出の精度が向上し、信頼性が向上する。

【0027】また、本発明装置によれば、プラズマによる発光を利用し、処理膜の表面で反射した光と、処理膜と下地との界面で反射した光との干渉光の強度の周期的変動に基づいてエッチングレート又はエッチング終点を検出するので、レーザ等の光源が不要であり、比較的簡単な構造でエッチングレート又はエッチング終点を高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のプラズマエッチング装置を示す模式図である。

【図2】処理基板を示す模式図である。

【図3】検出器から出力される信号の時間に対する変化を示す図である。

【図4】シリコン基板上の $\text{SiO}_2$  膜をエッチングしたときの干渉光の強度を検出器により経時的に測定した結果を示す波形図である。

【図5】従来のプラズマ発光分析型のエッチング終点検出装置において、シリコン基板上の $\text{SiO}_2$  膜をエッチングしたときの光検出器の出力の経時変化を示す図である。

【図6】従来のプラズマ発光分析型のエッチング終点検出装置において、エッチングレートが小さくなったときの光検出器の出力の経時変化を示す図である。

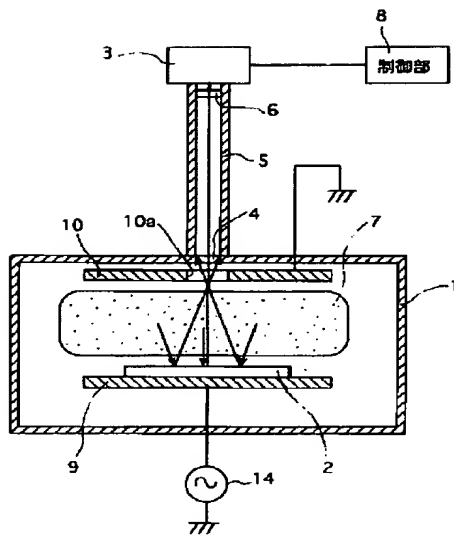
【図7】従来のプラズマ発光分析型のエッチング終点検出装置において、エッチングレートが大きくなったときの光検出器の出力の経時変化を示す図である。

【図8】従来のプラズマ発光分析型のエッチング終点検出装置の欠点を示す図である。

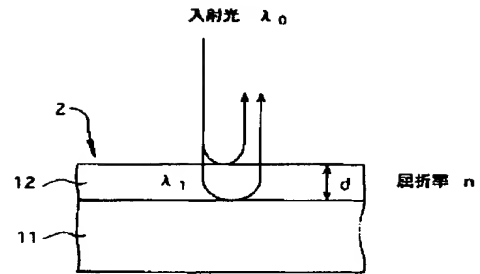
【符号の説明】

- 1 チャンバ
- 2 処理基板
- 3 光検出部
- 4 検出窓
- 5 筒部
- 6 フィルタ
- 7 プラズマ
- 8 制御部
- 9, 10 電極
- 11 下地
- 12  $\text{SiO}_2$  膜

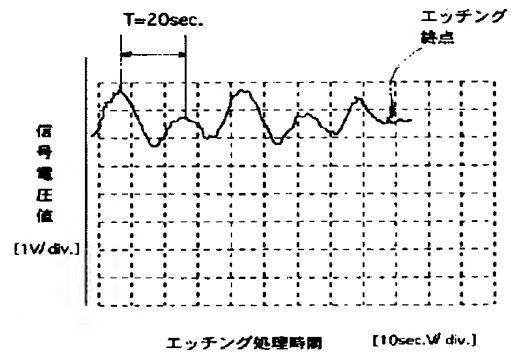
【図1】



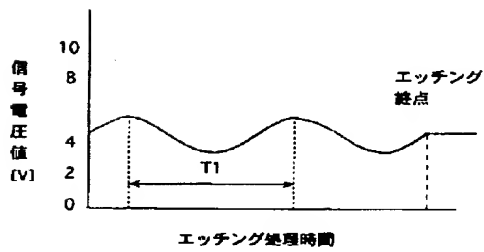
【図2】



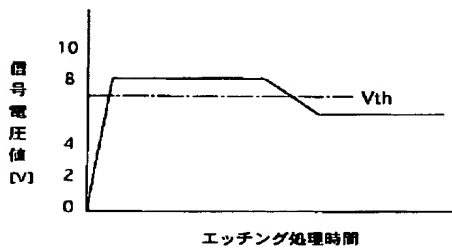
【図4】



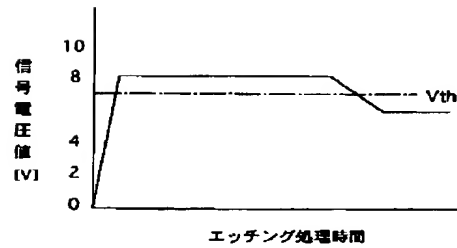
【図3】



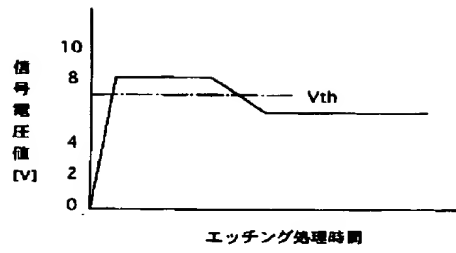
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

